



紹介

缶サット甲子園 2 年連続全国優勝に向けた 科学部の取り組み

An Approach by Our Science Club Aiming for the Second Victory of National
Award at CanSat KOSHIEN

藤木 郁久¹, 石塚 互²

¹和歌山県立桐蔭高等学校, ²和歌山大学教育学部

Abstract

昨年の缶サット甲子園2010において、本校科学部高校2年生3名が全国優勝を果たした。アメリカネバダ州ブラックロック砂漠で開催のARLISS2010にも出場した。テレビや新聞で多く紹介された。本年度も優勝を目指し、科学部高校2年生3名が挑戦した。特に以下の5点に力を入れた。

- ①センサーとmbedを搭載したシールドの小型化に成功
- ②無線航行制御に成功
- ③パラシュートの安定化に成功
- ④無線送受信装置XBeePROの導入
- ⑤クラッシュプルゾーンの設置による衝撃対策

キーワード：缶サット甲子園, ARLISS, マイコン, プログラミング, 無線

●A 取り組みの目的

昨年度8月実施の第3回缶サット甲子園(秋田県能代市)において、本校科学部3名が全国優勝し、9月に世界大会ARLISS2010(アメリカネバダ州ブラックロック砂漠)に出場した。ベストプレゼンテーション賞も併せて受賞した。世界大会出場について新聞やテレビなどの報道で多く取り上げられ、本校科学部の取り組みを世間に広く知ってもらうことができた。先輩達の技術を受け継ぎ、さらに技術向上をしながら、缶サット甲子園での全国優勝2連覇を目指し、2年生3名で取り組んだ。

●B 缶サット甲子園2011の概要

主催：「理数が楽しくなる教育」実行委員会

共 催：

和歌山大学, 秋田大学, JAXA 宇宙教育センター,
九州工業大学 理数教育支援センター

後 援：

文部科学省, 経済産業省, 朝日新聞, 東京都大島町,

北海道宇宙科学技術創成センター

特別協賛：サントリー株式会社, 全日本空輸株式会社

協 賛：東海汽船株式会社

日 時：2011年8月5日(金)～7日(日)

和歌山地方大会は7月10日(日)に実施

場 所：東京都大島町

競技内容：

缶サットキャリアを自律的に制御し、缶サットを放出する。缶サットは地上に複数設置されたターゲットを動画で撮影し、データを内部記録すると共に無線で地上に伝送する。記録されたターゲットの数に応じてポイントが付与される。また、缶サットが飛行中の温度や照度等、周囲の環境あるいはハウスキーピングデータに関して集録を行う。打ち上げから着地までの間に取得できたデータ種数に応じて、ポイントが付与される(図1)。優勝校はアメリカの世界大会(9月11日～9月16日)に出場することができる(旅費は実行委員会より支給)。

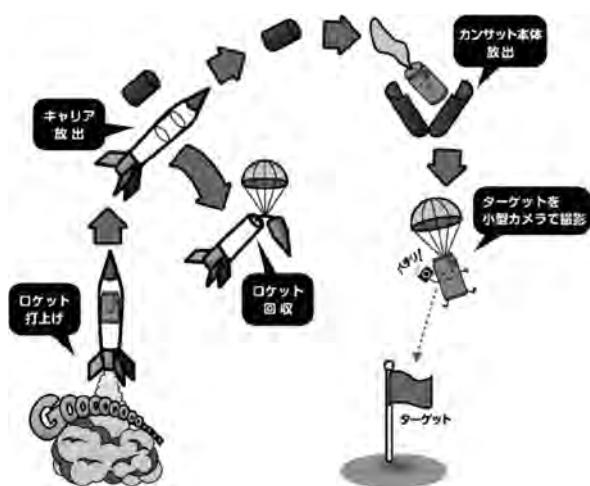


図1 缶サット競技内容説明図

参加校：

全国5地区(北海道、秋田、東京、和歌山、佐賀)で予選を勝ち抜いた以下の11校。地方大会参加は21校。北海道札幌啓成高等学校、北海道札幌琴似工業高等学校、秋田県立能代高等学校、慶応義塾高等学校、東京工業大学附属科学技術高等学校、法政大学第二高等学校、和歌山県立海南高等学校、和歌山県立桐蔭高等学校、佐賀県立唐津東高等学校、佐賀県立佐賀西高等学校、佐賀県立武雄高等学校

主催者から提供されたもの：

- 缶ジュース1ケース 7月中旬提供
- 小型カメラ1個(動画・静止画の撮影が可能で本体にデータを保存する) 7月中旬提供
- mbed 1台 (C++言語で動くマイコン。入力・出力ポートがあり、センサーの回路を接続した。) 7月下旬提供
- 東京までの航空券 8月上旬提供

自作したもの：

- ☆缶サット本体(小型カメラ、mbed、Arduino、無線装置(XBeePRO)を搭載)
- ☆キャリア(紙筒を加工)
- ☆パラシュート(缶サット本体用とキャリア用)

●C 昨年の先輩や他校が行っていない我々独自の工夫点

無線航行制御やデータの無線通信など難易度の高い技術にチャレンジするほど高いポイントが得られるル

ールであるので、我々は積極的に難易度の高い技術に挑戦した。以下に今年新たに行った5点について説明する。

①センサーとmbedを搭載したシールドの小型化に成功

温度や湿度といった環境データの測定数に応じてポイントがされるため、たくさんのセンサーを搭載することにした。昨年から勉強していたArduinoというマイコンとmbedというマイコンの2つに表1に挙げるセンサーを取り付けた。XBeePROとは今年からチャレンジしている無線装置で、Arduinoに取り付け、地上へ測定データを送信した。マイコンで温度等を測定したり、無線通信したりするには、マイコンにプログラミングしなければいけない。セニオネットワークス(株)のArduino講習会とmbed講習会を各1回受講し、基礎をマスターし、その後、試行錯誤を続けながら、プログラムを完成させた。まったく知識がなかったため、セニオさんの掲示板(図2)でのアドバイスを受けながら完成させることができた。しかし、プログラミング完成までには非常に多くの時間を要した。特に、センサーを同時に測定、記録するためやGPSデータ取得には工夫がいった。図3の右側は和歌山地方大会でのシールドである。空き缶の中には入るサイズであったが、カメラや電源、他のセンサーを多く搭載するため、配線やはんだ付けを工夫し、全国大会までに図3左側のような小型化に成功した。これにより、後述の無線航行制御を導入するスペースを生み出すことが出来た。

表1 センサー一覧(○は接続, ×は接続していない事を示す。)

マイコンや無線装置	温度	湿度	照度	気圧	加速度	GPS
型番	LM60	CHS-GSS	TEMT6000	MPL115A2	MMA7361L	GT-723F
Arduino	○	○	○	×	×	×
XBeePRO	○	○	○	×	×	×
mbed	○	○	○	○	○	○



図 2 掲示板での質問画面

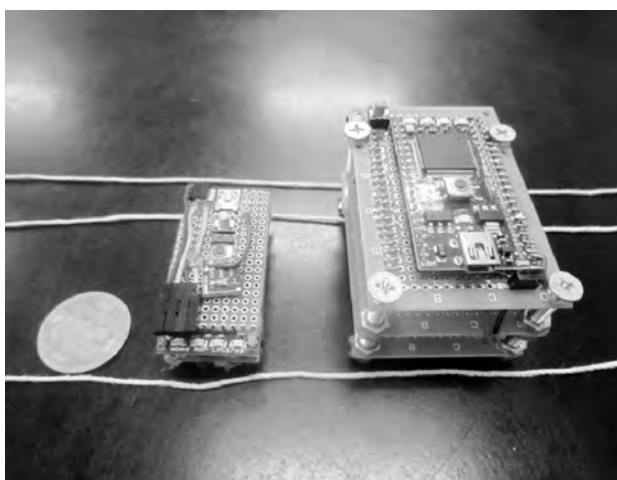


図 3 mbedシールドの大きさの比較 左は500円硬貨

②無線航行制御に成功

落下時の機体を制御するため、本体にウィングを取り付けた(図4)。このウィングを動かすために、飛行機用のプロポとサーボモーターを使用した。ウィングとサーボモーターを接続し、落下時に受ける風を利用して本体を地上からコントロールし、ターゲット近くに落下できるようにした。



図 4 缶の左右につけたウィング

③パラシュートの安定化に成功

先輩達は缶サット本体の揺れを押さえることに苦労していたので、私達は特にひもの長さや安定性についての研究に力を入れた。夏休み中に和歌山大学の8階より落下実験を何度も繰り返し行った。落下実験を行った建物の下が駐車場であるため、車の入ってこない早朝に実験を行った。和歌山大学宇宙教育研究所の秋山先生、横山先生、西濱先生に落下実験の際に非常にお世話になった。ありがとうございます。表2に示すように、紐の長さが長いほうが落下時の揺れが小さい事を確認できた。しかし、ひものを長くしすぎると絡まりやすく扱いが大変である等の問題が生じるため、本番用には実験で使用した中で最も長い3mのひもを使用し、市販の傘でパラシュートを自作した。

表 2 紐の長さによる缶サット本体の揺れの実験結果

紐の長さ/×回	1 回	2 回	3 回
1 m	60度	70度	70度
2 m	45度	60度	45度
3 m	15度	15度	5 度

④無線送受信装置XBeePROの導入

XBeePRO(図5)とは小型の無線装置で、これを2個使うことによってデータの送受信が可能になる。取得したデータの送受信用に1組2個、キャリア開放用に1組2個を使用した。



図 5 XBeePROの写真

XBeePROを使用したキャリア開放の様子を図6と図7に示した。缶サットが最高点に達したときに地上から開放の命令を手動で送り、キャリアでは、地上

からの命令を受信し、キャリアが開くシステムにした。キャリアに搭載したArduinoとXBeePROでサーボモーターを作動させ、キャリアが開くようにした。万が一、無線データ届かなかった場合のことを考え、照度センサーとタイマーでもサーボモーターが作動するようにと二重三重のセーフティをかけ、100%確実にキャリアを開放することに成功した。

⑤クラッシュブルゾーンの設置による衝撃対策

クラッシュブルゾーンとはあらかじめわざと弱い部分を作っておき、衝撃を受けた際にその部分が先に壊れて他の重要な部分を守る技術で、鉄道や自動車で実際に使用されている。今回はこれを缶サット本体底部に設置し、中のカメラ及びセンサー類を保護することに成功した(図8)。

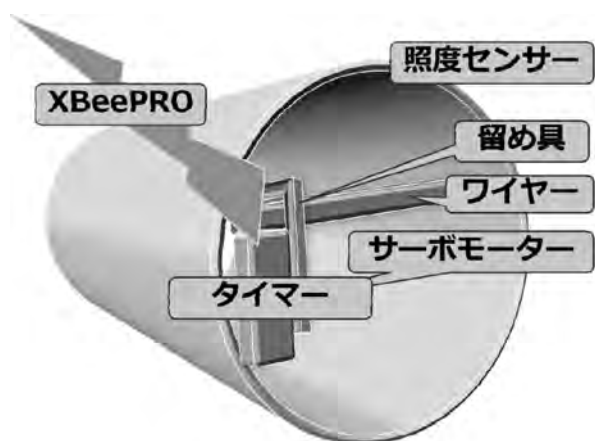


図6 キャリアの開放機構の説明図



図7 キャリアが開放した様子：サーボモーターが回転し、留め具が外れ解放する。



図8 落下実験時に衝撃を吸収したクラッシュブルゾーン(穴の開いている部分)

●D 結果

全国大会では、伊豆大島特有の強風が吹いており、機体が遠くに流され回収不能になる可能性があった為、急遽パラシュートを取り外し、代わりにストリーマーを取り付けた。キャリア開放には成功し、缶サット本体が300m上空で放出された。しかし、パラシュートから変更したストリーマーの減速効果が得られず、キャリアから放出した缶サット本体もキャリアもほぼ自由落下してしまった。ストリーマーのひもの長さには問題があったが、キャリアの中に納められる長さには限界があり、残念な結果となってしまった。

自由落下であったため、ウイングを操作することもできず、さらにキャリアに搭載していたArduinoとXBeePROの無線送信データも受信することができなかった。地面に叩きつけられたキャリアは大破してしまい、Arduinoに搭載のマイクロSDカードが抜け、測定データの取得、保存には失敗してしまった。

衝撃対策をしていた缶サット本体のほうは、自由落下したにもかかわらず、mbedシールドとカメラが破損することなく回収でき、ターゲットの撮影と物理データの取得に成功した(図9から図11)。

このようなアクシデントにより、全国優勝にはあと一歩およばず、全国準優勝と残念な結果になってしまった。しかし、事前と事後の2回のプレゼンテーションの内容が評価され、3年連続ベストプレゼンテーション賞を受賞することができた。

取得するはずだったデータ

- **Arduino**・・・湿度・温度・照度×2（外部・内部）・キャリア解放用のサーボモーターの動作記録・Xbeeからの指令データ・ジャンパーピン着脱記録 **7個**
- **Xbeeの送信データ**（温度・湿度・照度×2・Xbeeの指令データ） **5個**
- **mbed**・・・温度・湿度・照度・加速度・気圧・GPS **6個**

合計18個のデータが取れる予定だった。

図9 事後プレゼンのスライドの一枚

取得することができたデータ

- **加速度**
（傾き、加速度X、加速度Y、加速度Z）
- **湿度**
- **温度**
- **気圧**

主なデータ取得源であるArduinoのデータが全てなかったため。

合計4つ.....

図10 事後プレゼンのスライドの一枚

加速度

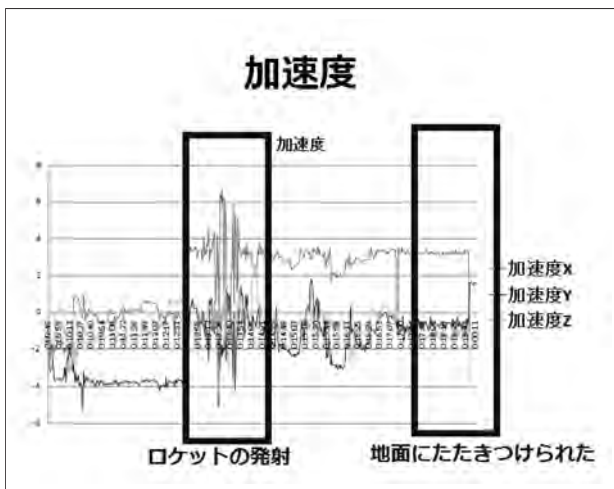


図11 加速度と時間の関係(縦軸の単位はg)

●E 来年度の課題

○衝撃に対する工夫の考察をする。

○Arduinoに加え、mbedでもXBeePROが使用できるようなプログラミングを修得し、無線通信技術の取得に努力する。

○安定したパラシュート作成に関する研究を行う。

●F 終わりに

今年度の取り組みで、上記のように多くの新しい技術を考え出すことができた。この技術を後輩に伝え、来年こそ全国優勝を勝ち取り、アメリカで缶サットを飛ばしてきて欲しい。

この缶サットを通し、単なる実験や工作ではなく、高度なプロジェクトを達成するためにはどうすればよいか、自分達で問題点を発見し、仲間と協力して問題解決に挑むことにより、計画力、問題発見・解決能力、コミュニケーション能力等のプロジェクト遂行力を育成することができた。また、ものづくりの難しさやおもしろさを身をもって体験することができた。そして、プロジェクトを通して技術そのものだけでなく、マネジメント・チームワークも学ぶことができた。

今年の5月21日の金環食の際の照度変化と気温変化の関係をこの缶サット本体を用いて測定する予定である。既に測定に必要なノウハウはあり、地上に設置した缶サットにより、容易に行うことができると考えられる。

2011年12月、APRSAF水ロケット大会(於：シンガポール)にて本校科学部中学生が8位に入賞した。また、先日、中高生22名がモデルロケット3級ライセンスを取得した。G型モデルロケットを自分たちで組み立て、コスモパーク加太で打ち上げる研究に励んでいるところである。

さまざまな取り組みの中で、生徒達の自主性は飛躍的に向上した。このような中高生が燃えることのできる教材にチャレンジさせながら、科学部の活性化を図っていきたい。

和歌山大学クリエ・映像制作プロジェクトチームが、本校缶サットに3年間密着取材をし、ドキュメンタリー番組を制作、第27回NHK全国大学放送コンテストTVドキュメンタリー部門で見事優勝された。70本の応募の1位であった。我々も非常に嬉しかった。是非ご覧下さい。

<http://www.space-koshien.com/cansat/about/index.html>

最後に昨年度の活動であるARLISS2010を紹介する。

●G 世界大会「ARLISS(アーリス)2010」 紹介

日 時：2010年9月11日(土)～18日(土)

場 所：アメリカ合衆国ネバダ州ブラックロック砂漠
参加校：日本、韓国、アメリカの大学生、ノルウェイの高校生、本校

結 果：高度4 kmまで缶サットを飛翔させ、撮影やデータ取得にチャレンジした。

着地時の衝撃のためにSD カードへの最終書き込みに失敗し、画像取得ができなかったが、日本の大会で成功していた観測データに加え、GPS データの取得に初めて成功した(図12～図20)。



図14 アメリカで使用の缶サット本体

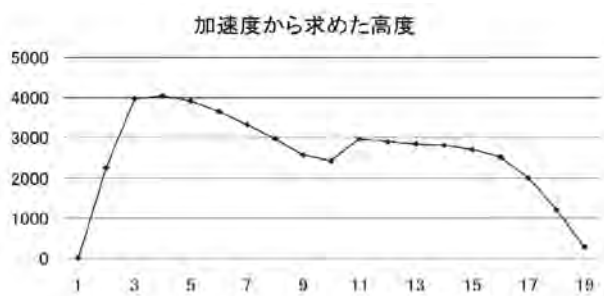


図12 加速度から求めた高度(縦軸は高度[m], 横軸は時間[分])

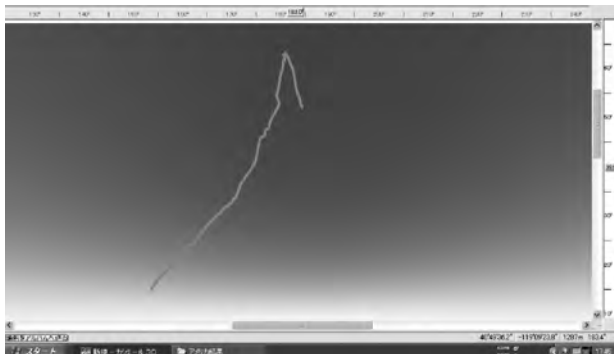


図13 GPSデータをもとに缶サット本体の軌道をシミュレーションした様子：本体が放出されてからGPSの電波を受信し、測定が開始されたため、上空からデータが開始している。

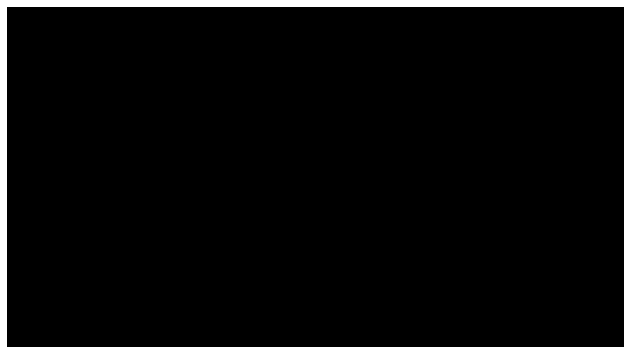
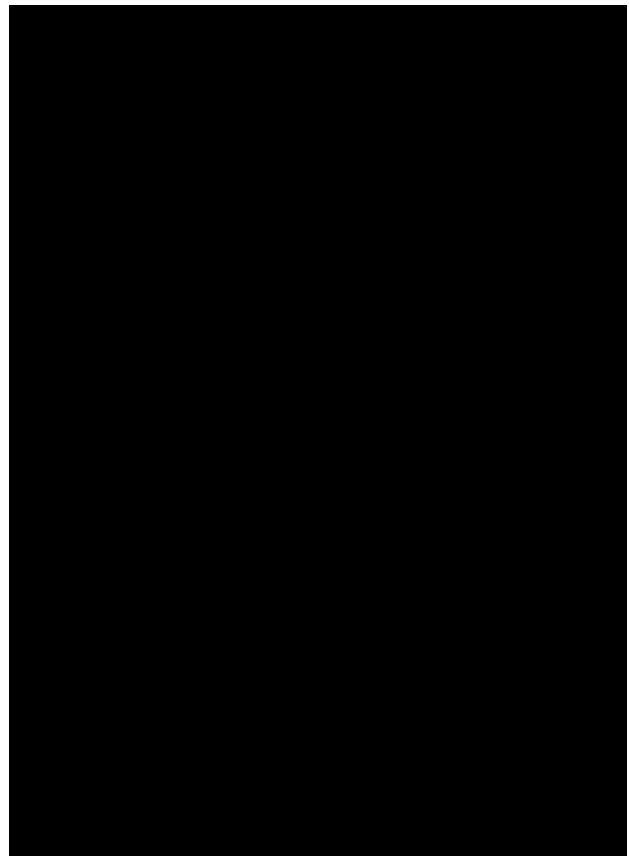




図18 優勝記念の垂れ幕

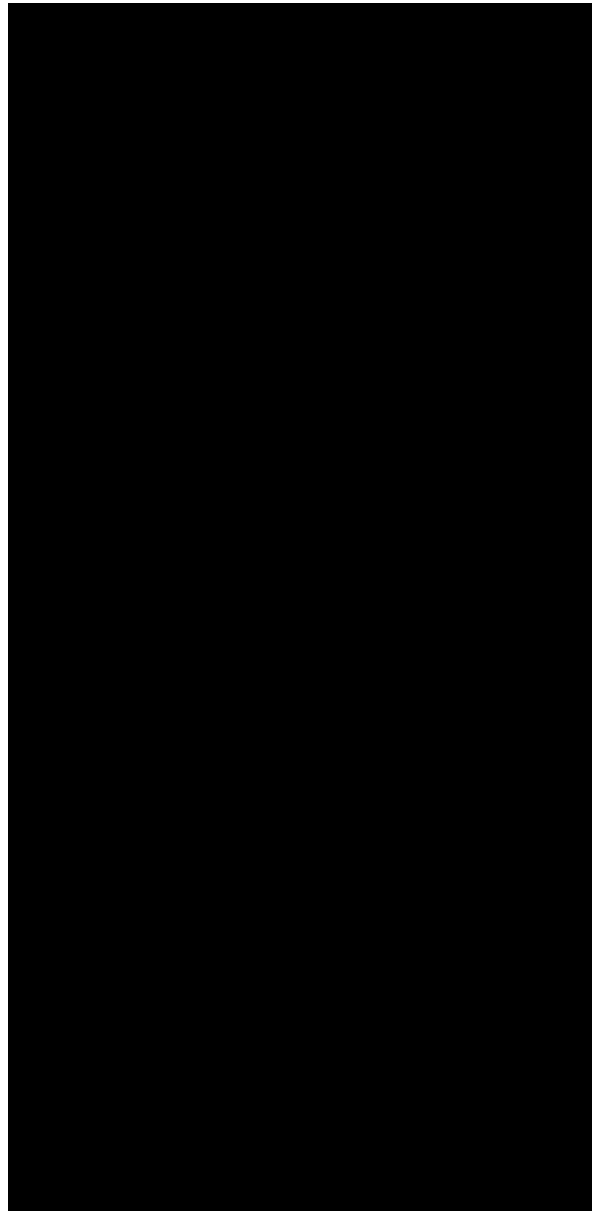


図20 世界大会の様子